

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **2004-014917**

(43)Date of publication of application : **15.01.2004**

(51)Int.Cl.

H01S 3/094

(21)Application number : **2002-168466**

(71) **NEC CORP**
Applicant :

(22)Date of filing : **10.06.2002**

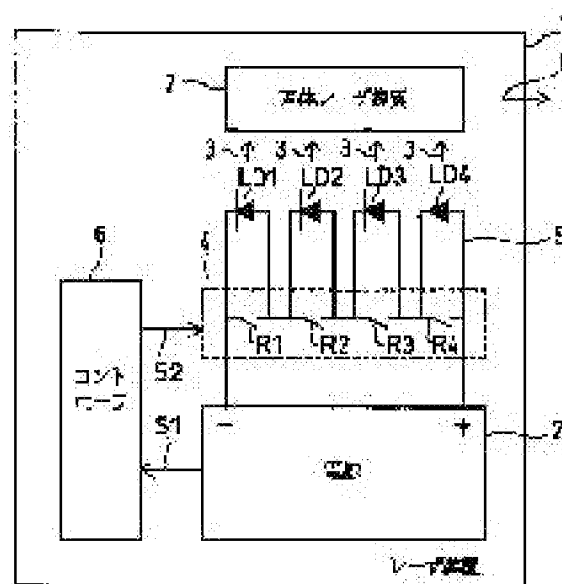
(72)Inventor : **TSUNEKANE MASAKI**

(54) SEMICONDUCTOR LASER PUMPED LASER DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a semiconductor laser pumped laser device in which operation is continued even when semiconductor lasers are failed in a part of a plurality of semiconductor lasers comprising an exciting light source.

SOLUTION: A laser device 1 is provided with a power source 2, and semiconductor laser elements LD1-LD4 are serially connected. Relays R1-R4 are in connected parallel to the semiconductor laser elements LD1-LD4. It is detected whether a circuit 5 composed of the semiconductor laser elements LD1-LD4 and the relays R1-R4 is conducted or disconnected, and the detected result is outputted as a detecting signal S1. When it is detected from the detecting signal S1 that the circuit 5 is disconnected, a controller 6 outputs a relay control signal S2 to an opener/closer 4 and successively short-circuits the relays R1-R4. When it is detected from the detecting signal S1 that the circuit 5 is conducted again, the relays which are short-circuited at such a time point are continuously short-circuited as they are.



3: 前記半導体レーザー素子
LD1~LD4: 半導体レーザー素子
S1: 検出信号
S2: リレー制御信号

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]

About the semiconductor laser excitation laser apparatus which uses two or more semiconductor lasers as the excitation light source, this invention relates to the semiconductor laser excitation laser apparatus which can resume operation automatically for a short period of time, even if some semiconductor lasers break down especially.

[0002]

[Description of the Prior Art]

The semiconductor laser excitation solid state laser device conventionally provided with the excitation light source and solid state laser media which consist of semiconductor lasers (henceforth LD (Laser Diode)) is developed. In the excitation light source of this semiconductor laser excitation solid state laser device, two or more LD is connected to the power supply in series. And from said power supply, electric power is supplied, each LD outputs a laser beam to solid state laser media, and solid state laser media are excited by the laser beam irradiated from two or more of such LD, and output a laser beam. Such a semiconductor laser excitation solid state laser device is efficient as compared with the conventional lamp excitation solid state laser device, and its maintenance nature is good, and it can be miniaturized. For this reason, a semiconductor laser excitation solid state laser device is being used for the production line of a semiconductor device, etc. as industrial laser.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]

However, there is a problem as shown below in an above-mentioned Prior art. By degradation accompanying a manufacturing cause or use, it may damage and LD currently used for the excitation light source of a semiconductor laser excitation solid state laser device (only henceforth a laser device) may be in an opened condition, i.e., a break state, electrically. In this case, current is no longer supplied not only to damaged LD but to normal LD connected to this LD in series. Thereby, excitation light is no longer supplied to solid state laser media, and a laser device suspends the operation. Since the amount of excitation light supplied to solid state laser media decreases substantially when two or more excitation light sources are provided in the laser device, the continuous use of a laser device becomes difficult. When such a laser device is used for production lines, such as a semiconductor device, and this laser device stops, the whole production line will stop. As a result, especially, when this production line is a

line of 24-hour operation, the sharp fall of productivity will be caused.

[0004]

This invention was made in view of this problem, and is ****. Even if some semiconductor lasers break down among two or more semiconductor lasers which constitute the purpose, it is providing the semiconductor laser excitation laser apparatus which can continue operation.

[0005]

[Means for Solving the Problem]

A semiconductor laser excitation laser apparatus concerning this invention is provided with the following.

Power supply.

Two or more semiconductor lasers which it is connected to this power supply in series, and electric power is supplied from this power supply, and output the 1st laser beam.

A laser medium which this 1st laser beam enters, is excited by this 1st laser beam, and outputs the 2nd laser beam, Two or more relays which it is connected to said power supply in series, and are connected to parallel at a group which consists of 1 or said two or more semiconductor lasers, respectively, and are wide opened in an initial state, A controller which short-circuits said relay connected in parallel with a group which contains this disconnected semiconductor laser when said some of semiconductor lasers are disconnected.

[0006]

In this invention, when some semiconductor lasers break down and it is in a break state, a controller short-circuits a relay connected in parallel with a group containing this disconnected semiconductor laser. Electric power is supplied to a semiconductor laser belonging to other groups by this, and the 1st laser beam is supplied to a laser medium. As a result, even if some semiconductor lasers disconnect a semiconductor laser excitation laser apparatus of this invention, it can resume operation promptly and automatically and can continue operation.

[0007]

It is what said power supply detects [through which a circuit which consists of a semiconductor laser of said plurality and a relay which are connected to this power supply has flowed / or or] whether it is disconnecting, and outputs this detection result to said controller, It is preferred that it is what continues short-circuiting a relay which said controller makes short-circuit said two or more relays one by one when said circuit is disconnected, and is short-circuited at this time when said circuit flows again as it is.

[0008]

When some semiconductor lasers broke down in a semiconductor laser excitation laser apparatus conventionally, in advance of repair, a broken semiconductor laser needed to be specified out of all the semiconductor lasers carried in a semiconductor laser excitation laser apparatus. For this reason, repair had taken great time. In order to shorten repair time, when it omitted specification of a broken semiconductor laser and all the semiconductor lasers including a semiconductor laser which is not out of order were exchanged, repair cost increased. However, a group to which a disconnected semiconductor laser belongs from a relay short-circuited when said circuit flows again can be specified by constituting a power supply and a controller like the above-mentioned. As a result, repair time can be shortened and repair cost can be reduced.

[0009]

[Embodiment of the Invention]

Hereafter, the example of this invention is concretely described with reference to an attached drawing. First, the 1st example of this invention is described. Drawing 1 is a block diagram showing the semiconductor laser excitation laser apparatus concerning this example.

[0010]

As shown in drawing 1, in the semiconductor laser excitation laser apparatus 1 (only henceforth the laser device 1) concerning this example, the power supply 2 is established and the four semiconductor laser elements LD1 thru/or LD4 are connected to this power supply 2 in series. The semiconductor laser elements LD1 thru/or LD4 are laser diodes. Electric power is supplied from the power supply 2, and the semiconductor laser elements LD1 thru/or LD4 output the excitation light 3 which is a laser beam. The relays R1 thru/or R4 are connected to the semiconductor laser elements LD1 thru/or LD4 in parallel, respectively, and the switch 4 is constituted by the relays R1 thru/or R4. The relays R1 thru/or R4 short-circuit the semiconductor laser elements LD1 thru/or LD4 by opening, respectively by supplying current to the semiconductor laser elements LD1 thru/or LD4, making, and closing. The circuit 5 is constituted by the semiconductor laser elements LD1 thru/or LD4 and the switch 4. The power supply 2 detects [through which this circuit 5 has flowed / or or] whether it is disconnecting, and outputs this detection result as the detection signal S1.

[0011]

The controller 6 is connected to the power supply 2 and the switch 4. The detection signal S1 is inputted from the power supply 2, and the controller 6 outputs the relay control signal S2 to the switch 4. If what the circuit 5 disconnected the controller 6 for with the detection signal S1 inputted from the power supply 2 is detected, the relay control signal S2 will be outputted to the switch 4, and the relays R1 thru/or R4 will be short-circuited one by one. If it detects that the circuit 5 flowed again with the detection signal S1 after that, and short-circuiting the relay short-circuited at this time is continued as it is.

[0012]

The solid state laser media 7 are formed so that the excitation light 3 outputted from the semiconductor laser elements LD1 thru/or LD4 may enter. The solid state laser media 7 are excited by the excitation light 3, and output the laser beam 8 to the exterior of the laser device 1.

[0013]

Next, operation of the laser device 1 concerning this example is explained. In the initial state, the relays R1 thru/or R4 of the switch 4 are opened wide altogether. And the power supply 2 supplies a direct current to the circuit 5. Since the relays R1 thru/or R4 are wide opened altogether at this time, the current outputted from the power supply 2 flows through semiconductor laser element LD4, LD3, LD2, and LD1 into this order. Thereby, the semiconductor laser elements LD1 thru/or LD4 output the excitation light 3 to the solid state laser media 7. And the solid state laser media 7 are excited by the excitation light 3, and output the laser beam 8 to the exterior of the laser device 1.

[0014]

The above laser devices 1 set working, and when some semiconductor laser elements break down and it is in a break state, the laser device 1 operates as follows. For example, if semiconductor laser element LD3 will break down and it will be in an opened condition (break state), current will not flow into the circuit 5. It is unknown which semiconductor laser element broke down at this time. If current will not flow into the circuit 5, the power supply 2 will detect this and will output to the controller 6 by making

this detection result into the detection signal S1. And the controller 6 outputs the relay control signal S2 to the switch 4, and short-circuits every one relays R1 thru/or R4 one by one from the full open state which is an initial state. If the relay R3 short-circuits, current will come to flow into the circuit 5. At this time, it becomes clear that the broken semiconductor laser element is LD3.

[0015]

If current comes to flow into the circuit 5, the power supply 2 will detect this and will output this detection result to the controller 6 with the detection signal S1. The controller 6 holds the relay R3 based on the detection signal S1 with a short condition. Thereby, current flows into the semiconductor laser element R1, R2, and R4 again, and the excitation light 3 is outputted.

[0016]

Although the sum total intensity of the excitation light 3 falls rather than forward [in which semiconductor laser element LD3 breaks down] at this time and the intensity of the laser beam 8 also falls in connection with this, The intensity of the excitation light 3 is maintainable about intensity equivalent to the intensity before semiconductor laser element LD3 breaks down by making the electric power which the power supply 2 supplies to the semiconductor laser element R1, R2, and R4 increase. Thereby, the solid state laser media 7 can output the laser beam 8 by the same intensity as failure before of semiconductor laser element LD3.

[0017]

Thus, in the laser device 1 of this example, even if some laser semiconductor devices will break down and it will be in a break state, the laser beam 8 can be again outputted automatically after short-time shutdown. For this reason, when using the laser device 1 of this example in the production line of a semiconductor, it can prevent barring the continuous operation of a production line by failure of a laser semiconductor device.

[0018]

Since the semiconductor laser element which broke down and was in the opened condition in this example is specified and the number and arranging position can be grasped, when performing full repair of the laser device 1 later, it becomes possible to stop the number of the semiconductor laser elements prepared for the time and the object for exchange which repair takes to the minimum.

[0019]

In this example, although the semiconductor laser element showed the example whose number is four, this invention may not be limited to this but may be three or less pieces or five pieces or more. A mechanical switch may be used for a relay and a solid state switch may be sufficient as it. Although the laser medium showed the example which is solid state laser media in this example, this invention is not limited to this.

[0020]

Next, the 2nd example of this invention is described. Drawing 2 is a block diagram showing the semiconductor laser excitation solid state laser device (laser device 11) concerning this example. In the laser device 11 concerning this example, six semiconductor laser elements are provided and three relays are formed in the switch 14. And one relay is mutually connected in parallel to two semiconductor laser elements connected in series. Namely, the relay R1 is mutually connected in parallel to the semiconductor laser elements LD1 and LD2 connected in series, The relay R2 is mutually connected in parallel to the semiconductor laser elements LD3 and LD4 connected in series, and the relay R3 is connected to it in parallel to the semiconductor laser elements LD5 and LD6 connected in series

mutually. Composition other than the above in this example is the same as that of the 1st above-mentioned example.

[0021]

In this example, if semiconductor laser element LD3 is broken down and disconnected, for example, the controller 6 will short-circuit the relay R2 connected to the semiconductor laser elements LD3 and LD4. Thereby, current is supplied to semiconductor laser element LD1, LD2, LD5, and LD6, and the laser device 11 can resume the output of the laser beam 8. Operations other than the above in this example are the same as that of the 1st above-mentioned example.

[0022]

In this example, the number of relays can be reduced and the cost of a laser device can be reduced. Effects other than the above in this example are the same as that of the 1st above-mentioned example. The number of the semiconductor laser elements connected in parallel with the relay of 1 may not be limited to two pieces, but may be three or more pieces.

[0023]

Next, the 3rd example of this invention is described. Drawing 3 is a block diagram showing the semiconductor laser excitation solid state laser device (laser device 21) concerning this example. In the laser device 21 concerning this example, 2 sets of excitation light sources which consist of the power supply 2, the switch 14, and the semiconductor laser elements LD1 thru/or LD6 are provided. Solid state laser media and a controller are formed every [1]. That is, 2 sets of excitation light sources 9a and 9b are arranged so that the solid state laser media 7 of 1 may be surrounded, and they output the excitation light 3 to these solid state laser media 7, respectively. The two channels CH1 and CH2 are formed in the controller 26, channel CH1 is connected to the excitation light source 9a, and channel CH2 is connected to the excitation light source 9b. Composition other than the above in this example is the same as that of the 2nd above-mentioned example.

[0024]

In this example, the excitation light sources 9a and 9b can be operated independently of mutual. For example, the output of the excitation light 3 from the excitation light source 9a stops until the controller 26 short-circuits the relay R2 of the excitation light source 9a and the excitation light source 9a resumes operation, after semiconductor laser element LD3 breaks down when semiconductor laser element LD3 of the excitation light source 9a breaks down. However, in the laser device 21 of this example, while the excitation light source 9a has suspended the output of the excitation light 3, the excitation light source 9b can compensate this. For this reason, the laser device 21 can output the laser beam 8 continuously. Operations other than the above in this example and an effect are the same as that of the 2nd above-mentioned example. Three or more sets of excitation light sources may be provided.

[0025]

[Effect of the Invention]

In the semiconductor laser excitation laser apparatus which uses two or more semiconductor lasers as the excitation light source according to this invention as explained in full detail above, Since the relay connected in parallel with the group containing this disconnected semiconductor laser is short-circuited when some semiconductor lasers are disconnected, electric power can be supplied to the semiconductor laser belonging to other groups, and operation can be continued.

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]It is a block diagram showing the semiconductor laser excitation solid state laser device

concerning the 1st example of this invention.

[Drawing 2]It is a block diagram showing the semiconductor laser excitation solid state laser device

concerning the 2nd example of this invention.

[Drawing 3]It is a block diagram showing the semiconductor laser excitation solid state laser device

concerning the 3rd example of this invention.

[Description of Notations]

1, 11, 21; laser device

2; power supply

3; excitation light

4, 14; switch

5; circuit

6, 26; controller

7; solid state laser media

8; laser beam

9a, 9b; excitation light source

LD1-LD6; semiconductor laser element

R1-R4; relay

S1; detection signal

S2; relay control signal

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-14917

(P2004-14917A)

(43) 公開日 平成16年1月15日(2004.1.15)

(51) Int.Cl.⁷

H01S 3/094

F1

H01S 3/094

S

テーマコード(参考)

5F072

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2002-168466 (P2002-168466)
 (22) 出願日 平成14年6月10日(2002.6.10)

(71) 出願人 000004237
 日本電気株式会社
 東京都港区芝五丁目7番1号
 (74) 代理人 100090158
 弁理士 藤巻 正憲
 (72) 発明者 常包 正樹
 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株
 式会社内
 Fターム(参考) 5F072 HH02 HH09 JJ08 JJ20 PP07
 YY08

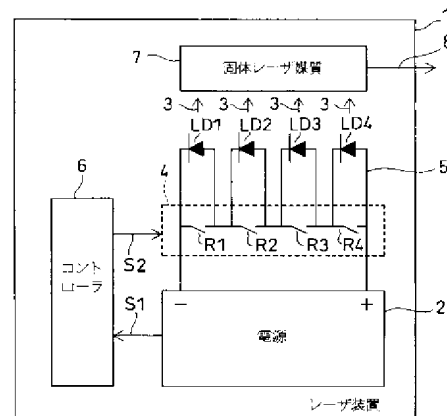
(54) 【発明の名称】 半導体レーザ励起レーザ装置

(57) 【要約】

【課題】 励起光源を構成する複数の半導体レーザのうち、一部の半導体レーザが故障しても運転を継続できる半導体レーザ励起レーザ装置を提供する。

【解決手段】 レーザ装置1に電源2を設け、半導体レーザ素子LD1乃至LD4を直列に接続する。半導体レーザ素子LD1乃至LD4には夫々リレーR1乃至R4を並列に接続する。電源2は、半導体レーザ素子LD1乃至LD4及びリレーR1乃至R4からなる回路5が導通しているか断線しているかを検知し、この検知結果を検知信号S1として出力する。コントローラ6は、検知信号S1により回路5が断線したことを検知すると、リレー制御信号S2を開閉器4に対して出力し、リレーR1乃至R4を順次短絡させ、その後、検知信号S1により回路5が再び導通したことを検知すると、この時点で短絡させているリレーをそのまま短絡させ続ける。

【選択図】 図1



3: 励起光 4: 開閉器 5: 回路
 LD1~LD4: 半導体レーザ素子 R1~R4: リレー
 S1: 検知信号 S2: リレー制御信号

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電源と、この電源に直列に接続されこの電源から電力が供給されて第 1 のレーザ光を出力する複数の半導体レーザと、この第 1 のレーザ光が入射されこの第 1 のレーザ光により励起されて第 2 のレーザ光を出力するレーザ媒質と、前記電源に直列に接続されると共に 1 又は複数の前記半導体レーザからなる群に夫々並列に接続され初期状態において開放されている複数のリレーと、一部の前記半導体レーザが断線した場合にこの断線した半導体レーザを含む群に並列に接続された前記リレーを短絡するコントローラと、を有することを特徴とする半導体レーザ励起レーザ装置。

【請求項 2】

前記電源がこの電源に接続されている前記複数の半導体レーザ及びリレーからなる回路が導通しているか断線しているかを検知しこの検知結果を前記コントローラに対して出力するものであり、前記コントローラが前記回路が断線したときに前記複数のリレーを順次短絡させ、前記回路が再び導通したときにこの時点で短絡させているリレーをそのまま短絡させ続けるものであることを特徴とする請求項 1 に記載の半導体レーザ励起レーザ装置。

【請求項 3】

前記群が 1 の前記半導体レーザからなることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の半導体レーザ励起レーザ装置。

【請求項 4】

前記群が複数の前記半導体レーザからなることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の半導体レーザ励起レーザ装置。

【請求項 5】

前記電源、この電源に接続された前記複数の半導体レーザ、及び前記電源に接続された複数のリレーからなる励起光源を複数個有することを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の半導体レーザ励起レーザ装置。

【請求項 6】

前記レーザ媒質が固体レーザ媒質であることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の半導体レーザ励起レーザ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は励起光源として複数の半導体レーザを使用する半導体レーザ励起レーザ装置に関し、特に、一部の半導体レーザが故障しても短時間で自動的に動作を再開することができる半導体レーザ励起レーザ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来より、半導体レーザ（以下、LD（Laser Diode）ともいう）からなる励起光源及び固体レーザ媒質を備えた半導体レーザ励起固体レーザ装置が開発されている。この半導体レーザ励起固体レーザ装置の励起光源においては、電源に複数の LD が直列に接続されている。そして、各 LD は前記電源より電力が供給されてレーザ光を固体レーザ媒質に対して出力し、固体レーザ媒質はこれらの複数の LD から照射されたレーザ光により励起されて、レーザ光を出力する。このような半導体レーザ励起固体レーザ装置は、従来のランプ励起固体レーザ装置と比較して高効率でメンテナンス性が良好であり、小型化が可能である。このため、半導体レーザ励起固体レーザ装置は、工業用レーザとして半導体装置の製造ライン等に使用されつつある。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上述の従来の技術には以下に示すような問題点がある。半導体レーザ励起固体レーザ装置（以下、単にレーザ装置ともいう）の励起光源に使用されている LD は、製造上の原因又は使用に伴う劣化により、破損して電氣的に開放状態、即ち断線状態にな

10

20

30

40

50

ることがある。この場合、破損したLDだけでなく、このLDに直列に接続されている正常なLDにも電流が供給されなくなる。これにより、固体レーザー媒質に励起光が供給されなくなり、レーザー装置がその動作を停止する。また、レーザー装置に励起光源が複数設けられている場合においても、固体レーザー媒質に供給される励起光量が大幅に減少するため、レーザー装置の継続使用が困難になる。このようなレーザー装置が例えば半導体装置等の製造ラインに使用されている場合、このレーザー装置が停止することにより、製造ライン全体が停止することになる。この結果、特に、この製造ラインが24時間稼働のラインである場合には、生産性の大幅な低下を招いてしまう。

【0004】

本発明はかかる問題点に鑑みてなされたものであって、励起光源を構成する複数の半導体レーザーのうち、一部の半導体レーザーが故障しても運転を継続できる半導体レーザー励起レーザー装置を提供することを目的とする。

10

【0005】

【課題を解決するための手段】

本発明に係る半導体レーザー励起レーザー装置は、電源と、この電源に直列に接続されこの電源から電力が供給されて第1のレーザー光を出力する複数の半導体レーザーと、この第1のレーザー光が入射されこの第1のレーザー光により励起されて第2のレーザー光を出力するレーザー媒質と、前記電源に直列に接続されると共に1又は複数の前記半導体レーザーからなる群に夫々並列に接続され初期状態において開放されている複数のリレーと、一部の前記半導体レーザーが断線した場合にこの断線した半導体レーザーを含む群に並列に接続された前記リレーを短絡するコントローラと、を有することを特徴とする。

20

【0006】

本発明においては、一部の半導体レーザーが故障して断線状態となった場合に、コントローラが、この断線した半導体レーザーを含む群に並列に接続されたリレーを短絡する。これにより、他の群に属する半導体レーザーに電力が供給され、レーザー媒質に対して第1のレーザー光を供給する。この結果、本発明の半導体レーザー励起レーザー装置は、一部の半導体レーザーが断線しても、速やかに且つ自動的に動作を再開し、運転を継続することができる。

【0007】

また、前記電源がこの電源に接続されている前記複数の半導体レーザー及びリレーからなる回路が導通しているか断線しているかを検知しこの検知結果を前記コントローラに対して出力するものであり、前記コントローラが前記回路が断線したときに前記複数のリレーを順次短絡させ、前記回路が再び導通したときにこの時点で短絡させているリレーをそのまま短絡させ続けるものであることが好ましい。

30

【0008】

従来、半導体レーザー励起レーザー装置において一部の半導体レーザーが故障した場合には、修理に先立って、半導体レーザー励起レーザー装置に搭載されている全ての半導体レーザーの中から、故障した半導体レーザーを特定する必要があった。このため、修理に多大な時間を要していた。また、修理時間を短縮するために、故障した半導体レーザーの特定を省略し、故障していない半導体レーザーを含めて全ての半導体レーザーを交換すると、修理コストが増大した。しかしながら、電源及びコントローラを前述の如く構成することにより、前記回路が再び導通したときに短絡されているリレーから、断線した半導体レーザーが属する群を特定することができる。この結果、修理時間を短縮し、且つ修理コストを低減することができる。

40

【0009】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施例について添付の図面を参照して具体的に説明する。先ず、本発明の第1の実施例について説明する。図1は本実施例に係る半導体レーザー励起レーザー装置を示すブロック図である。

【0010】

図1に示すように、本実施例に係る半導体レーザー励起レーザー装置1（以下、単にレーザー装

50

置 1 という) においては、電源 2 が設けられ、この電源 2 に例えば 4 個の半導体レーザ素子 L D 1 乃至 L D 4 が直列に接続されている。半導体レーザ素子 L D 1 乃至 L D 4 は例えばレーザダイオードである。半導体レーザ素子 L D 1 乃至 L D 4 は電源 2 から電力が供給され、レーザ光である励起光 3 を出力するものである。また、半導体レーザ素子 L D 1 乃至 L D 4 には夫々リレー R 1 乃至 R 4 が並列に接続されており、リレー R 1 乃至 R 4 により開閉器 4 が構成されている。リレー R 1 乃至 R 4 は、夫々開くことにより半導体レーザ素子 L D 1 乃至 L D 4 に電流が供給されるようにし、閉じることにより半導体レーザ素子 L D 1 乃至 L D 4 を短絡するものである。半導体レーザ素子 L D 1 乃至 L D 4 及び開閉器 4 により回路 5 が構成されている。電源 2 は、この回路 5 が導通しているか断線しているかを検知し、この検知結果を検知信号 S 1 として出力する。

10

【0011】

また、電源 2 及び開閉器 4 にはコントローラ 6 が接続されている。コントローラ 6 は、電源 2 より検知信号 S 1 が入力され、開閉器 4 に対してリレー制御信号 S 2 を出力するようになっている。コントローラ 6 は、電源 2 から入力される検知信号 S 1 により回路 5 が断線したことを検知すると、リレー制御信号 S 2 を開閉器 4 に対して出力し、リレー R 1 乃至 R 4 を順次短絡させる。そして、その後、検知信号 S 1 により回路 5 が再び導通したことを検知すると、この時点で短絡させているリレーをそのまま短絡させ続ける。

【0012】

更に、半導体レーザ素子 L D 1 乃至 L D 4 から出力された励起光 3 が入射するように、固体レーザ媒質 7 が設けられている。固体レーザ媒質 7 は励起光 3 により励起されてレーザ光 8 をレーザ装置 1 の外部に対して出力するものである。

20

【0013】

次に、本実施例に係るレーザ装置 1 の動作について説明する。初期状態においては、開閉器 4 のリレー R 1 乃至 R 4 は全て開放されている。そして、電源 2 が回路 5 に対して直流電流を供給する。このとき、リレー R 1 乃至 R 4 は全て開放されているため、電源 2 から出力された電流は、半導体レーザ素子 L D 4、L D 3、L D 2 及び L D 1 をこの順に流れる。これにより、半導体レーザ素子 L D 1 乃至 L D 4 が励起光 3 を固体レーザ媒質 7 に対して出力する。そして、固体レーザ媒質 7 が励起光 3 により励起され、レーザ光 8 をレーザ装置 1 の外部に対して出力する。

【0014】

上述のようなレーザ装置 1 の動作中において、一部の半導体レーザ素子が故障して断線状態となった場合には、レーザ装置 1 は以下のように動作する。例えば、半導体レーザ素子 L D 3 が故障して開放状態（断線状態）になると、回路 5 に電流が流れなくなる。なお、この時点においては、どの半導体レーザ素子が故障したかは不明である。回路 5 に電流が流れなくなると、電源 2 がこれを検知し、この検知結果を検知信号 S 1 としてコントローラ 6 に対して出力する。そして、コントローラ 6 は開閉器 4 に対してリレー制御信号 S 2 を出力し、リレー R 1 乃至 R 4 を初期状態である全開放状態から、順次 1 つずつ短絡していく。リレー R 3 が短絡されると、回路 5 に電流が流れるようになる。この時点で、故障した半導体レーザ素子が L D 3 であることが明らかになる。

30

【0015】

回路 5 に電流が流れるようになると、電源 2 がこれを検知し、この検知結果を検知信号 S 1 によりコントローラ 6 に対して出力する。コントローラ 6 は検知信号 S 1 に基づいて、リレー R 3 を短絡状態のまま保持する。これにより、半導体レーザ素子 R 1、R 2 及び R 4 には再び電流が流れ、励起光 3 を出力する。

40

【0016】

なお、このとき、励起光 3 の合計強度は半導体レーザ素子 L D 3 が故障する前よりも低下し、これに伴ってレーザ光 8 の強度も低下するが、電源 2 が半導体レーザ素子 R 1、R 2 及び R 4 に供給する電力を増加させることにより、励起光 3 の強度を半導体レーザ素子 L D 3 が故障する前の強度と同等の強度に維持することができる。これにより、固体レーザ媒質 7 は、半導体レーザ素子 L D 3 の故障前と同じ強度でレーザ光 8 を出力することがで

50

きる。

【0017】

このように、本実施例のレーザ装置1においては、一部のレーザ半導体素子が故障して断線状態となっても、短時間の運転停止の後、再びレーザ光8を自動的に出力することができる。このため、本実施例のレーザ装置1を例えば半導体の製造ラインにおいて使用する場合、レーザ半導体素子の故障により製造ラインの連続稼動を妨げることを防止できる。

【0018】

また、本実施例においては、故障して開放状態となった半導体レーザ素子を特定し、その数及び配設位置を把握できるため、後口、レーザ装置1の完全修理を行う際に、修理に要する時間及び交換用に準備する半導体レーザ素子の数を最小限に抑えることが可能となる。 10

【0019】

なお、本実施例においては、半導体レーザ素子が4個である例を示したが、本発明はこれに限定されず、3個以下又は5個以上であってもよい。また、リレーは機械的なスイッチでもよく、半導体スイッチでもよい。更に、本実施例においてはレーザ媒質が固体レーザ媒質である例を示したが、本発明はこれに限定されない。

【0020】

次に、本発明の第2の実施例について説明する。図2は本実施例に係る半導体レーザ励起固体レーザ装置（レーザ装置11）を示すブロック図である。本実施例に係るレーザ装置11においては、半導体レーザ素子が6個設けられており、開閉器14においてはリレー 20
が3個設けられている。そして、相互に直列に接続された2個の半導体レーザ素子に対して1個のリレーが並列に接続されている。即ち、相互に直列に接続された半導体レーザ素子LD1及びLD2に対してリレーR1が並列に接続され、相互に直列に接続された半導体レーザ素子LD3及びLD4に対してリレーR2が並列に接続され、相互に直列に接続された半導体レーザ素子LD5及びLD6に対してリレーR3が並列に接続されている。本実施例における上記以外の構成は、前述の第1の実施例と同様である。

【0021】

本実施例においては、例えば半導体レーザ素子LD3が故障して断線すると、コントローラ6が半導体レーザ素子LD3及びLD4に接続されたリレーR2を短絡する。これにより、半導体レーザ素子LD1、LD2、LD5及びLD6に電流が供給され、レーザ装置 30
11がレーザ光8の出力を再開することができる。本実施例における上記以外の動作は、前述の第1の実施例と同様である。

【0022】

本実施例においては、リレーの数を低減することができ、レーザ装置のコストを低減することができる。本実施例における上記以外の効果は、前述の第1の実施例と同様である。なお、1のリレーに並列に接続される半導体レーザ素子の数は2個に限定されず、3個以上であってもよい。

【0023】

次に、本発明の第3の実施例について説明する。図3は本実施例に係る半導体レーザ励起固体レーザ装置（レーザ装置21）を示すブロック図である。本実施例に係るレーザ装置 40
21においては、電源2、開閉器14、半導体レーザ素子LD1乃至LD6からなる励起光源が2組設けられている。なお、固体レーザ媒質及びコントローラは1ずつ設けられている。即ち、2組の励起光源9a及び9bは、1の固体レーザ媒質7を取り巻くように配置されており、夫々励起光3をこの固体レーザ媒質7に対して出力するようになっている。また、コントローラ26には2系統のチャンネルCH1及びCH2が設けられており、チャンネルCH1は励起光源9aに接続され、チャンネルCH2は励起光源9bに接続されている。本実施例における上記以外の構成は、前述の第2の実施例と同様である。

【0024】

本実施例においては、励起光源9a及び9bを相互に独立に動作させることができる。例えば、励起光源9aの半導体レーザ素子LD3が故障した場合に、半導体レーザ素子LD 50

3が故障してからコントローラ26が励起光源9aのリレーR2を短絡して励起光源9aが動作を再開するまでの間、励起光源9aからの励起光3の出力は停止する。しかしながら、本実施例のレーザ装置21においては、励起光源9aが励起光3の出力を停止している間、励起光源9bがこれを補うことができる。このため、レーザ装置21は連続的にレーザ光8を出力することができる。本実施例における上記以外の動作及び効果は、前述の第2の実施例と同様である。なお、励起光源は3組以上設けられていてもよい。

【0025】

【発明の効果】

以上詳述したように、本発明によれば、複数の半導体レーザを励起光源として使用する半導体レーザ励起レーザ装置において、一部の半導体レーザが断線した場合に、この断線した半導体レーザを含む群に並列に接続されたリレーを短絡するため、他の群に属する半導体レーザに電力を供給することができ、運転を継続することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例に係る半導体レーザ励起固体レーザ装置を示すブロック図である。

【図2】本発明の第2の実施例に係る半導体レーザ励起固体レーザ装置を示すブロック図である。

【図3】本発明の第3の実施例に係る半導体レーザ励起固体レーザ装置を示すブロック図である。

【符号の説明】

20

1、11、21；レーザ装置

2；電源

3；励起光

4、14；開閉器

5；回路

6、26；コントローラ

7；固体レーザ媒質

8；レーザ光

9a、9b；励起光源

LD1～LD6；半導体レーザ素子

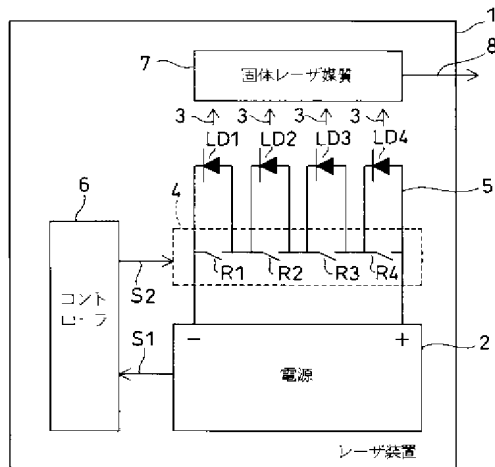
30

R1～R4；リレー

S1；検知信号

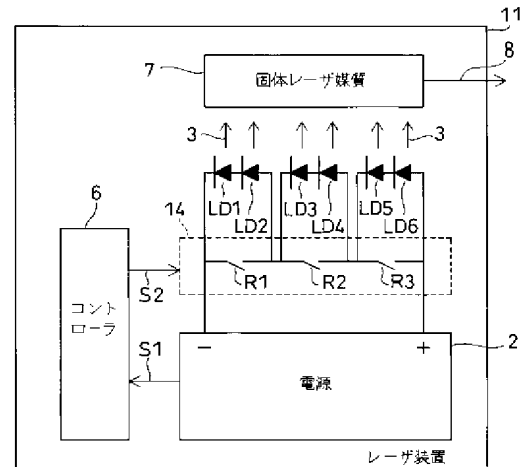
S2；リレー制御信号

【図 1】



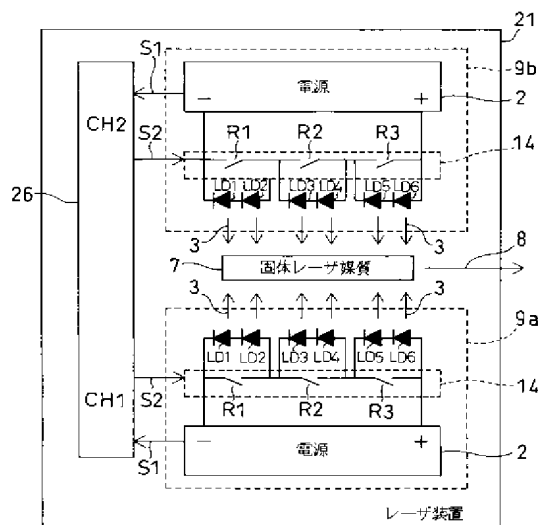
3: 励起光 4: 開閉器 5: 回路
LD1~LD4: 半導体レーザー素子 R1~R4: リレー
S1: 検知信号 S2: リレー制御信号

【図 2】



14: 開閉器

【図 3】



9a, 9b: 励起光源
26: コントローラ